

**Variação Diária e
Estacional do Estado
Hídrico do Pinhão-Manso**



ISSN 1413-1455

Dezembro, 2013

*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Embrapa Meio-Norte
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento*

Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento 105

Variação Diária e Estacional do Estado Hídrico do Pinhão-Manso

*Eugênio Celso Emérito Araújo
Lúcio Flavo Lopes Vasconcelos
Rafael Vivian
Alessandra Maria Braga Ribeiro
João Paulo de Souza
Marcos Emanuel da Costa Veloso*

Embrapa Meio-Norte
Teresina, PI
2013

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

Embrapa Meio-Norte

Av. Duque de Caxias, 5.650, Bairro Buenos Aires

Caixa Postal 01

CEP 64006-220, Teresina, PI

Fone: (86)3089-9100

Fax: (86)3089-9130

Home Page: www.cpamn.embrapa.br

E-mail: cpamn.sac@embrapa.br

Comitê de Publicações

Presidente: *Rosa Maria Cardoso Mota de Alcantara*

Secretário-administrativo: *Manoel Gevandir Muniz Cunha*

Membros: *Humberto Umbelino de Sousa, Lígia Maria Rolim Bandeira, Igor Outeiral da Silva, Orlane da Silva Maia, Braz Henrique Nunes Rodrigues, João Avelar Magalhães, Laurindo André Rodrigues, Ana Lúcia Horta Barreto, Izabella Cabral Hassum, Bruno de Almeida Souza, Francisco de Brito Melo, Francisco das Chagas Monteiro, Marcos Jacob de Oliveira Almeida*

Supervisão editorial: *Lígia Maria Rolim Bandeira*

Revisão de texto: *Lígia Maria Rolim Bandeira*

Normalização bibliográfica: *Orlane da Silva Maia*

Editoração eletrônica: *Jorimá Marques Ferreira*

Foto da capa: *Eugênio Celso Emérito Araújo*

1ª edição

1ª impressão (2013): 100 exemplares

Todos os direitos reservados.

A reprodução não-autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei no 9.610).

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Embrapa Meio-Norte

Variação diária e estacional do estado hídrico do pinhão-manso / Eugênio Celso Emérito Araújo ... [et al.]. - Teresina : Embrapa Meio-Norte, 2013.

22 p. ; 21 cm. - (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento / Embrapa Meio-Norte, ISSN 1413-1455 ; 105).

1. Planta oleaginosa. 2. Estresse hídrico. 3. Biodiesel. 4. *Jatropha curcas*. I. Araújo, Eugênio Celso Emérito. II. Embrapa Meio-Norte. III. Série.

CDD 633.85 (21. ed.)

© Embrapa, 2013

Sumário

Resumo	5
Abstract.....	7
Introdução.....	9
Material e Métodos.....	13
Resultados e Discussão.....	14
Conclusões.....	20
Agradecimentos	20
Referências	21

Variação Diária e Estacional do Estado Hídrico do Pinhão-Manso

Eugênio Celso Emérito Araújo¹

Lúcio Flavo Lopes Vasconcelos²

Rafael Vivian³

Alessandra Maria Braga Ribeiro⁴

João Paulo de Souza⁵

Marcos Emanuel da Costa Veloso⁶

Resumo

A disponibilidade de água para as plantas é considerada o principal fator limitante para o estabelecimento e produção de espécies agrícolas comerciais. O estado hídrico das plantas (conteúdo relativo de água, potencial hídrico, condutância estomática e transpiração) varia amplamente tanto numa escala diária como estacional e o conhecimento dessas variações é essencial tanto do ponto de vista ecológico como econômico, visto que pode indicar as épocas de

¹Engenheiro-agrônomo, D.Sc. em Fisiologia Vegetal, pesquisador da Embrapa Cocais, São Luís, Maranhão. eugenio.emerito@embrapa.br

²Engenheiro-agrônomo, M.Sc. em Fisiologia Vegetal, pesquisador da Embrapa Meio-Norte, Teresina, Piauí. lucio.vasconcelos@embrapa.br

³Engenheiro-agrônomo, M.Sc. em Fisiologia Vegetal, pesquisador da Embrapa Meio-Norte Teresina, Piauí. rafael.vivian@embrapa.br

⁴Engenheira-agrônoma, M.Sc. professora efetiva do Instituto Federal de Educação (IFPI), Teresina, Piauí. aleufpi@yahoo.com.br

⁵Biólogo, D. Sc. em Agronomia, professor da Universidade Federal de Viçosa, Campus Florestal, Florestal, MG. joapaulobio@hotmail.com

⁶Engenheiro-agrônomo, D.Sc. em Irrigação e Drenagem, pesquisador da Embrapa Meio-Norte, Teresina, Piauí. marcos.emmanuel@embrapa.br

deficiência hídrica mais intensas onde há maiores riscos para a sobrevivência e para a produtividade dos cultivos. O pinhão-manso (*Jatropha curcas* L.) é uma planta oleaginosa com potencial para a produção de óleo (biodiesel). Sua distribuição geográfica é ampla e tem sido atribuída à sua possível rusticidade, resistência a longas estiagens, bem como às pragas e doenças. As informações sobre as relações hídricas no pinhão-manso são escassas e contraditórias, pois cita-se essa espécie como adaptada a ambientes úmidos e secos. O objetivo deste trabalho foi avaliar os indicadores do estado hídrico do pinhão-manso e as suas flutuações diária e estacional, no período da seca e chuvoso, no município de Teresina, Piauí. O estudo foi conduzido em um plantio de pinhão-manso, instalado em 2005, em uma área de 0,5 ha, localizada no campo experimental da Embrapa Meio-Norte. No período entre 8 e 18 horas, em intervalos de 2 horas, foi medida a densidade do fluxo de fótons fotossinteticamente ativos (DFFFA), a condutância estomática (gs), a transpiração (E) e a temperatura foliar (TF), utilizando-se um porômetro de difusão (steady-state), modelo LI-1600. A E sofreu diminuição significativa no período seco. A reidratação das plantas no período chuvoso resulta em uma recuperação nas taxas de transpiração, indicando que o pinhão-manso apresenta capacidade em suportar estresses hídricos. A deficiência hídrica durante o período seco não causa redução da condutância estomática, o que indica que o pinhão-manso mantém, parcialmente, os estômatos abertos para manter um balanço positivo de carbono mesmo em um período desfavorável.

Palavras-chave: *Jatropha curcas* L., biodiesel, estresse hídrico.

Daily and Seasonal Variation of the Water Status of the *Jatropha*

Abstract

*Water availability for plants is considered to be the main limiting factor for the establishment and production of commercial agricultural species. Plant water status (relative water content, water potential, stomatal conductance and transpiration rate) varies widely both daily and seasonal-scale, and the knowledge of these variations is essential both from the ecological and economical point of view, since it may indicate the most intense water deficiency periods when there are greater risks for the survival and productivity of crops. The jatropha (*Jatropha curcas* L.) is an oleaginous plant with potential for oil production (biodiesel). Its geographical distribution is wide and has been attributed to its possible rusticity, resistance to long drought periods, as well as to pests and diseases. Information about water relation in jatropha is sparse and contradictory, stating this species is adapted both*

to humid and dry environments. The aim of this study was to evaluate the water status indicators of jatropha and its daily and seasonal fluctuations, during dry and rainy seasons, in the city of Teresina, Piauí, Brazil. The study was carried out in an experimental field with jatropha, planted in 2005, in an area of 0.5 ha, located at Embrapa Mid-North. Between 8 am and 6 pm, every two-hour intervals, we measured the photosynthetic photon flux density (PPFD), the stomatal conductance (g_s), transpiration rate (E) and leaf temperature (TF), using a diffusion porometer (steady-state), model LI-1600. The transpiration rate decreased significantly during the dry season. Rehydration of plants in the rainy season results in a recovery in the transpiration rates, indicating that jatropha presents ability to withstand water stresses. Water deficiency during the dry season causes no reduction in stomatal conductance, which indicates that jatropha maintains, partially, the stomata open to maintain a positive balance of carbon even in an unfavorable period.

Keywords: Jatropha curcas L., biofuel, water stress.

Introdução

As mudanças climáticas globais, especialmente o aquecimento global oriundo da geração e emissão antrópica dos gases do efeito estufa, têm levado entidades, grupos e governos a tomar iniciativas no sentido de mitigar e/ou estancar esse processo (PACIORNIK: MACHADO FILHO, 2000). A queima de combustíveis fósseis representa uma das maiores contribuições ao efeito estufa, a sua substituição, principalmente nos transportes, por biocombustíveis, tem surgido como uma opção adequada tanto do ponto de vista ambiental, como econômico e social. Entre os biocombustíveis, o biodiesel oriundo da transesterificação de óleos vegetais e gorduras animais já é uma realidade, mas sua produção nos volumes necessários no futuro dependerá do aumento substancial da oferta de óleos, exigindo da pesquisa alternativas tecnológicas para suprir essa demanda, entre as quais, tecnologias agrícolas para a exploração de espécies vegetais oleaginosas de alta produtividade de óleo por hectare.

O pinhão-mansão (*Jatropha curcas* L.) é uma euforbiácea nativa da América Central, sendo muito comum em todo o Nordeste e encontrado, praticamente, em todos os municípios dos estados do Piauí e Maranhão, a qual tem altíssimo potencial como oleaginosa (ARRUDA et al., 2004). Informações técnicas sobre o seu crescimento e manejo são escassos (OPENSHAW, 2000), ocorrendo dificuldades fitotécnicas durante o seu cultivo. Essa carência de tecnologias de cultivo tem sido impeditivo para a instalação de muitos empreendimentos, bem como para a disponibilização de crédito bancário para essa exploração.

A geração de tecnologias agrícolas de cultivo depende da disponibilidade de informações básicas sobre os efeitos dos fatores ambientais (água, luz, temperatura etc) sobre a fisiologia da planta, em especial a água, visto o seu efeito preponderante sobre o crescimento e a produtividade das plantas.

A disponibilidade de água é considerada como o fator que mais limita a distribuição, o crescimento e a produtividade das comunidades vegetais (KOZLOWSKI: PALLARDY, 1996, 1997). As perdas nas culturas agrícolas, por causa da deficiência hídrica, excedem aos fatores bióticos e ambientais (BOYER, 1985).

O estado hídrico de uma planta pode ser descrito primariamente por dois parâmetros: o conteúdo relativo de água (CRA) e o potencial hídrico (Ψ_h), além de parâmetros derivados como a condutância estomática (g_s) e a transpiração (E) (BARRS, 1968).

O estudo dos fatores que afetam a absorção de água e a transpiração é importante porque contribui para o conhecimento do balanço hídrico interno das plantas o qual, por sua vez, afeta os processos fisiológicos e condições que controlam a quantidade e a qualidade do crescimento vegetal (KHEIRAA: ATTAB, 2009; KOZLOWSKI: PALLARDY, 1996)

O estado hídrico das plantas varia amplamente tanto numa escala diária como estacional e o conhecimento dessas variações é essencial tanto do ponto de vista ecológico como econômico, visto que pode indicar as épocas de déficit hídricos mais intensos, onde há maiores riscos para a sobrevivência e produtividade econômica.

As informações sobre as relações hídricas no pinhão-manso (SATURNINO et al., 2005) são escassas e contraditórias, pois a mesma é citada como espécie adaptada a ambientes úmidos e secos. O pinhão-manso é também considerado como tolerante à seca, mas com produtividade afetada pela distribuição irregular das chuvas (SATURNINO et al., 2005). Não foram encontradas referências nacionais sobre o estado hídrico do pinhão-manso utilizando os indicadores de Ψ_h foliar, CRA e g_s , bem como com suas flutuações ao longo do dia e das estações, conforme tem sido feito para várias

espécies em diferentes ecossistemas, a exemplo da amêndoa (*Prunus dulcis* (Mill.) D.A. Webb) no Semiárido da Espanha (ROMERO: BOTÍA, 2006), de leguminosas arbóreas da Mata Atlântica do Brasil (LE MOS FILHO: MENDONÇA FILHO, 2000) e de espécies lenhosas do Cerrado do Brasil (PRADO et al., 2004).

O estresse hídrico no Estado do Piauí é comumente atribuído à seca, e ocorre quando a perda de água excede à absorção em intensidade suficiente para causar decréscimo no conteúdo de água da planta (JONES et al., 1985), redução do turgor e, conseqüentemente, o decréscimo na expansão celular, com alterações em vários processos fisiológicos. Esse estresse pode ser causado pela rápida transpiração ou lenta absorção de água, ou ainda pela combinação de ambos em época quente e/ou seca (LIMA et al., 2007).

Os processos hídricos também são influenciados por fatores ambientais e por características da planta. Em plantas arbóreas, condições atmosféricas que favorecem altas taxas de transpiração têm importante influência no potencial hídrico da folha em razão da baixa condutividade hidráulica do seu sistema radicular (PASSOS et al., 2005).

O decréscimo na disponibilidade de água no solo ocasiona queda no potencial da água nas folhas das plantas, levando à perda de turgidez e à redução da condutância estomática. A redução na taxa de assimilação de CO_2 , durante o estresse hídrico, ocorre geralmente por causa da redução na disponibilidade de CO_2 no interior da folha, em razão do fechamento estomático, em resposta à redução da disponibilidade de água no solo. Esse aumento da resistência à difusão gasosa, com diminuição na taxa de assimilação de CO_2 , determina menor perda de água por transpiração, além de poder afetar a fotossíntese. O fechamento dos estômatos visa minimizar a perda de água, agindo como um mecanismo de defesa à desidratação (BONO

et al., 2001). Os estômatos também atuam como reguladores da perda de água pela transpiração, respondendo à deficiência hídrica com a alteração da abertura do poro a uma faixa crítica de valores do potencial hídrico foliar (LARCHER, 2000).

As variáveis fisiológicas tais como a E , g_s , entre outras, geralmente são correlacionáveis com o potencial total da água na planta. Além disso, o emprego desses caracteres fisiológicos é importante na avaliação da tolerância à seca de diferentes genótipos por elucidarem alterações relacionadas com a produtividade e com a qualidade da produção (NOGUEIRA et al., 2000).

Diante do exposto, considera-se relevante o desenvolvimento de pesquisa sobre o comportamento das relações hídricas ao longo do dia, nas estações seca e chuvosa, fornecendo informações que subsidiarão a construção de sistemas de produção sustentáveis para pinhão manso. O objetivo deste trabalho foi avaliar os indicadores do estado hídrico do pinhão-manso e as suas flutuações diária e estacional, nos períodos de seca e chuvoso, no município de Teresina, Piauí.

Material e Métodos

Área de estudo – O estudo foi conduzido no Campo Experimental da Embrapa Meio-Norte, Teresina-Piauí, ocupando uma área de 0,5 ha. O clima de Teresina, de acordo com a classificação climática de Thornthwaite e Mather (1955) é $C_1sA'a'$, caracterizado como subúmido seco, megatérmico, com excedente hídrico moderado no verão e uma concentração de 32,1% da evapotranspiração potencial no trimestre setembro – outubro – novembro (BASTOS et al., 2007).

Espécie vegetal – O pinhão-manso é uma planta de origem tropical, pertence à família Euphorbiaceae, espécie *Jatropha curcas* L, sendo conhecido também por pinhão-das-barbadas, pinhão-do-paraguai, purgante-de-cavalo, medicineira etc. Essa planta é encontrada praticamente em todos os municípios do Estado do Piauí. As sementes utilizadas na área experimental da Embrapa Meio-Norte foram oriundas da EPAMIG, coletadas no município de Porteirinha, MG. O plantio de pinhão-manso foi realizado em 2005, em um espaçamento de 3,0 m x 3,0 m, totalizando 555 plantas na área experimental. Entre essas plantas escolheram-se, aleatoriamente, oito plantas, sendo que em cada planta foram selecionadas duas folhas localizadas no terço médio da copa, totalmente expandidas, sadias e livres de danos.

Curso diário do estado hídrico de pinhão-manso – No período entre 8 horas e 18 horas, em intervalos de 2 horas, foram determinadas a condutância estomática (gs), a transpiração (E) e a temperatura foliar (TF) em folhas previamente marcadas,

no horário de 8 horas a 18 horas, em um dia no mês de setembro (período seco) e um dia no mês de janeiro (período chuvoso) nos meses de setembro (período seco) e janeiro (período chuvoso). Para as determinações das variáveis fisiológicas foi utilizado o porômetro de difusão (*steady-state*), modelo LI-1600, LI-COR. A densidade do fluxo de fótons fotossinteticamente ativos (DFFFA) também foi monitorada por meio de um sensor quântico acoplado ao porômetro.

Análise dos dados – Foram calculadas a média e o erro padrão (EP) para a gs, E, DFFFA e temperatura foliar para as estações chuvosa e seca. O teste t de Student (ZAR, 1999) foi utilizado para determinar possíveis diferenças das variáveis medidas entre os períodos chuvoso e seco. Para verificar a existência de correlação entre as variáveis foi utilizado o coeficiente de correlação linear de Pearson (ZAR, 1999), com nível de significância de 5%.

Resultado e Discussão

Os dados climáticos observados durante as análises (janeiro e setembro) caracterizam os efeitos ambientais preponderantes durante o cultivo do pinhão-manso (Figura 1). Verifica-se que em janeiro a precipitação pluvial alcançou média de 69 mm. Para o período seco (setembro) os valores de precipitação foram nulos. Isso caracteriza o estresse hídrico que as plantas foram submetidas nas condições experimentais, sendo consideradas severas para a maioria das espécies vegetais. As temperaturas média, máxima e mínima caracterizam bem o clima local, contribuindo também para o estresse térmico das plantas, principalmente no período seco. Registros da Estação Meteorológica da Embrapa Meio-Norte indicam temperatura média anual de 28,1 °C

e precipitação média anual de 1406,28 mm, no município de Teresina, PI, no ano de 2007. A precipitação teve seu ponto mais alto em fevereiro e mais baixo nos meses de junho a novembro (Figura 1).

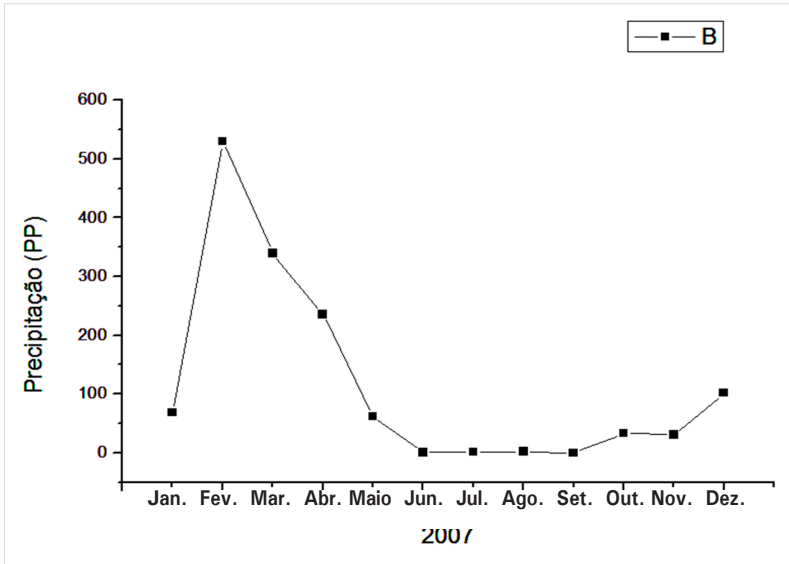


Figura 1. Distribuição da precipitação no município de Teresina, PI, em 2007.

Fonte: Estação Meteorológica da Embrapa Meio-Norte

A radiação fotossinteticamente ativa apresentou variações de 0 a $450 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ no início da estação chuvosa (janeiro) e de 0 a $950 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ (Figura 2) na estação seca (setembro). Os valores máximos na estação chuvosa foram registrados às 10 horas, e na seca, às 12 horas. A grande quantidade de nuvens em janeiro (período chuvoso) pode ter mantido a DFFFA abaixo de $500 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$. Em setembro o DFFFA atingiu o valor máximo ao meio-dia ($950 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$, (Figura 2). Maiores níveis de irradiância podem tornar-se um fator de estresse adicional, diminuindo ainda mais a fotossíntese líquida (PASSOS et al., 2005). Porém, o valor médio da DFFFA não diferiu significativamente entre os períodos seco e chuvoso (Tabela 1).

A temperatura foliar em setembro, período de maior estresse hídrico, atingiu valores máximos de 40,5 °C às 14:00 h, enquanto em janeiro atingiu 34 °C (Figura 2).

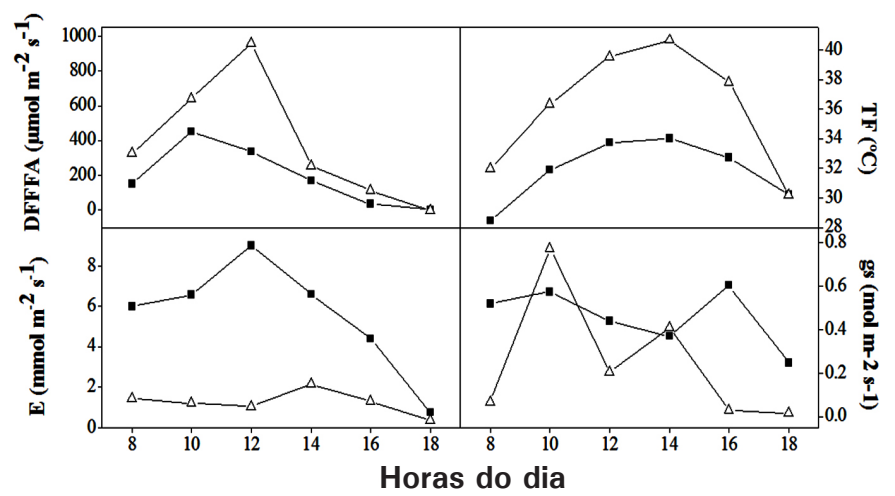


Figura 2. Curso diário da transpiração (E), condutância estomática (gs), densidade do fluxo de fótons fotossinteticamente ativos (DFFFA) e temperatura foliar (TF) em folhas de plantas de pinhão-manso (*Jatropha curcas* L.) nas estações seca (Δ setembro) e chuvosa (janeiro) no município de Teresina-PI.

Tabela 1. Valores médios da transpiração (E), condutância estomática (gs), densidade do fluxo de fótons fotossinteticamente ativos (DFFFA) e temperatura foliar (TF) nas estações seca (setembro) e chuvosa (janeiro), em folhas de plantas de pinhão-manso (*Jatropha curcas* L.)⁽¹⁾.

Estação	E (mmol m ⁻² s ⁻¹)	gs (mol m ⁻² s ⁻¹)	DFFFA (μmol m ⁻² s ⁻¹)	TF (°C)
Seca	1,2 _± 0,2 b	0,25 _± 0,12 a	383 _± 146 a	36 _± 2 a
Chuvosa	5,6 _± 1 a	0,46 _± 0,05 a	191 _± 71 a	32 _± 1 a

⁽¹⁾Diferentes letras na mesma coluna indicam diferenças significativas (teste t de Student, p<0,05) entre as variáveis nas estações seca e chuvosa.

Os valores de transpiração foliar (E) variaram de 1 a 9 $\text{mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ e de 0,5 a 2,5 $\text{mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ nas estações chuvosa e seca, respectivamente (Figura 2). Houve redução significativa dos valores médios de E no período seco em relação ao período chuvoso, indicando a limitação da disponibilidade de água para as plantas, não sendo possível suprir a demanda transpiratória das mesmas (Tabela 1). No período de menor estresse hídrico (janeiro), observa-se maior transpiração, chegando a atingir valor máximo (9 $\text{mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) por volta do meio-dia, enquanto no período seco (setembro) a transpiração atingiu valores menores que 2 $\text{mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ (Figura 2). Valores similares de E foram relatados por Santos et al (2013) para pinhão-manso cultivado em região de clima semiúmido, observando valores entre 0 e 8 $\text{mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$, sendo que os menores valores foram correlacionados com o período seco de cultivo. A redução de E no período seco indica a limitação da disponibilidade de água para as plantas, não sendo possível suprir a demanda transpiratória das mesmas (Tabela 1). Observa-se também aumento da TF para o período seco, acompanhando o comportamento da E (Tabela 1), embora os valores de TF entre os períodos seco e chuvoso não tenham diferido estatisticamente ($P > 0,05$).

Em setembro, os menores valores de g_s foram observados às 8, 16 e 18 horas com medições abaixo de 0,10 $\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ (Figura 2) e o valor máximo observado às 10 horas (0,80 $\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$). A deficiência hídrica durante o período seco causou oscilação sobre a condutância estomática, por causa da diminuição do potencial hídrico na folha, provocando um fechamento parcial dos estômatos. Em geral, a condutância estomática diminui à medida que o potencial da água na folha torna-se menor (BONO et al., 2001), evitando a perda excessiva de água pelas folhas quando a demanda evaporativa (alto déficit de pressão de vapor) do ar torna-se alta.

As oscilações verificadas na análise realizada em setembro, com valores altos e baixos de g_s , estão relacionadas aos mecanismos de compensação que algumas espécies possuem mediante a limitação de água. Para pinhão-manso, verifica-se o acúmulo de solutos orgânicos, prolina e aminoácidos solúveis, assim como, o aumento da atividade da catalase durante o período de estresse hídrico (SANTOS et al., 2013), o que permite que os estômatos permaneçam parcialmente abertos, mesmo com limitada disponibilidade de água para atender a demanda transpiratória. O acúmulo de solutos permite o ajustamento osmótico e por meio desse o potencial hídrico da planta pode reduzir sem que ocorra a diminuição da turgidez celular e consequentemente a redução da g_s .

Outro mecanismo considerado é a capacidade de armazenamento de água nos caules de pinhão-manso (MAES et al., 2009), a qual permite a manutenção do turgor celular da planta, especialmente no suprimento de água para as folhas, mesmo sob condições de deficiência hídrica. Cabe ainda salientar que o decréscimo no potencial de água na planta não é necessariamente transmitido a nível de célula individualizada, permitindo diversos processos regulatórios para as células estomatais.

A similaridade dos valores médios de g_s entre as estações seca e chuvosa comprova que as plantas de pinhão-manso mantêm, mesmo que parcialmente, os estômatos abertos para realizar as trocas gasosas (Tabela 1). Em razão dos mecanismos compensatórios citados, as reduções verificadas para E não se confirmam para g_s . Com isso, a planta reduz sua taxa transpiratória, porém não deixaria de assimilar CO_2 , dentro de limites tolerados pela espécie.

Os efeitos são evidentes na análise de correlação, a qual não demonstra correlação significativa entre as variáveis E e gs, assim como, TF e DFFFA (Tabela 2). Especialmente para E e gs, Santos et al. (2013) verificaram correlações médias positivas entre essas variáveis, embora esse efeito tenha sido menor com valores de gs acima de $0,1 \text{ mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$.

Tabela 2. Coeficiente de correlação linear (r) entre transpiração (E), condutância estomática (gs), densidade do fluxo de fótons fotossinteticamente ativos (DFFFA) e temperatura foliar (TF) nas estações seca (setembro) e chuvosa (janeiro) em folhas de plantas de pinhão-manso (*Jatropha curcas* L.). p = probabilidade ao nível de significância de 5%.

Seca	r	p
E e gs	0,34	>0,05
E e DFFFA	0,07	>0,05
gs e DFFFA	0,47	>0,05
E e TF	0,47	>0,05
gs e TF	0,03	>0,05
DFFFA e TF	0,29	>0,05
Chuvoso		
E e gs	0,44	>0,05
E e DFFFA	0,75	>0,05
gs e DFFFA	0,38	>0,05
E e TF	0,65	>0,05
gs e TF	0,40	>0,05
DFFFA e TF	0,47	>0,05

Embora não significativos estatisticamente ($P > 0,05$), valores altos de correlação foram observados entre E e TF, sendo de 0,47 e 0,65 para os períodos seco e chuvoso, respectivamente. Há tendência de aumento da TF com a redução da E, sendo a processo transpiratório um dos principais mecanismos de manutenção da estabilidade térmica das plantas.

Conclusões

- 1- O pinhão-manso apresenta grande capacidade de suportar estresses hídricos, pois a planta recupera a taxa de transpiração no período chuvoso.
- 2- A deficiência hídrica durante o período seco não reduz a condutância estomática, o que indica que o pinhão-manso mantém parcialmente os estômatos abertos para a incorporação de carbono mesmo em um período desfavorável.
- 3- O pinhão-manso apresenta mecanismo de adaptação à condição de déficit hídrico, tornando-se uma cultura promissora para o Semiárido.

Agradecimentos

À Financiadora de Estudos e Projetos (FINEP/BRAJATROPHA, PETROBRAS e FINEP/FONTES ALTERNATIVAS).

Referências

- ARRUDA, F. P.; BELTRÃO, N. E. M.; ANDRADE, A. P.; PEREIRA, W. E.; SEVERINO, L. S. Cultivo de Pinhão-manso (*Jatropha curcas* L.) como alternativa para o semi-árido nordestino. **Revista Brasileira de Oleaginosas e Fibrosas**, Campina Grande, v. 8, n.1, p. 789-799, 2004.
- BARRS, H. D. Determination of water deficits in plant tissues. In: KOZLOWSKI, T. T. (Ed.). **Water deficits and plant growth**. New York: Academic Press, 1968. v. 1, p. 235-368.
- BASTOS, E. A.; ANDRADE JÚNIOR, A. S. de. **Boletim agrometeorológico do ano de 2006 para o Município de Teresina, PI**. Teresina: Embrapa Meio-Norte, 2007. 37 p. (Embrapa Meio-Norte. Documentos, 136).
- BONO, L.; BERGAMASCHI, H.; ROSA, L. M. G.; FRANÇA, S.; RADIN, B.; SANTOS, A. O.; GERGONCI, J. I. Alterações no padrão de resposta à luz da condutância estomática do milho causadas pelo déficit hídrico. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 9, n. 1, p. 27-34, 2001.
- BOYER, J. S. Water transport. **Annual Review of Plant Physiology**, Palo Alto, v. 36, n. 1, p. 473-516, 1985.
- JONES, H. G.; LAKSO, A. N.; SYVERTSEN, J. P. Physiological control of water status in temperate and subtropical fruit trees. **Horticultural Reviews**, Portland, v. 7, p. 301-344, 1985.
- KHEIRAA, A. A. A.; ATTAB, N. M. M. Response of *Jatropha curcas* L. to water deficits: Yield, water use efficiency and oilseed characteristics. Biomass and Bioenergy, Oxford, v.33, n. 10, p. 1343-1350, 2009.
- KOZLOWSKY, T. T.; PALLARDY, S. G. **Physiology of woody plants**. 2. ed. San Diego: Academic Press, 1996. 411 p.
- KOZLOWSKY, T. T.; PALLARDY, S. G. **Growth control in woody plants**. San Diego: Academic Press, 1997. 641 p.
- LARCHER, W. **Ecofisiologia vegetal**. São Carlos: Rima, 2000. 531 p.
- LEMOS FILHO, J. P.; MENDONÇA FILHO, C. V. Seasonal changes in the water status of three woody legumes from the Atlantic forest, Caratinga, Brazil. **Journal of Tropical Ecology**, Cambridge, v. 16, n. 1, p. 21-32, 2000.
- LIMA, A. P. B.; LOBATO, A. K. da S.; OLIVEIA NETO, C. F. de; ALMEIDA, C. M. de; GOUVÊA, D. D. S.; MARQUES, L. C.; CUNHA, R. L. M. da; COSTA, R. C. L. da. Transpiração e condutância estomática em folhas de mudas de mogno (*Swietenia macrophylla* King R. A.) submetidas ao estresse hídrico e à reidratação. **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre, v. 5, supl. 2, p. 933-935, jul. 2007.

MAES, W. H.; ACHTEN, W. M. J.; REUBENS, B.; RAES, D.; SAMSON, R.; MUYS, B. Plant-water relationships and growth strategies of *Jatropha curcas* L. seedlings under different levels of drought stress. **Journal of Arid Environments**, London, v. 73, n. 10, p. 877-884, Oct. 2009.

NOGUEIRA, R. J. M. C.; MORAES, J. A. P. V.; BURITY, H. A. Curso diário e sazonal das trocas gasosas e do potencial hídrico foliar em aceroleiras. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 35, n. 7, p. 1331-1342, jul. 2000.

OPENSHAW, K. A review of *Jatropha curcas*: an oil plant of unfulfilled promise. **Biomass and Bioenergy**, Oxford, v. 19, n. 1, p. 1-15, July 2000.

PACIORNIK, N.; MACHADO FILHO, H. Política e instrumentos legais internacionais da convenção quadro das Nações Unidas sobre mudança do clima. In: MOREIRA, A. G.; SCHWARTZMAN, S. (Ed.). **As mudanças climáticas globais e os ecossistemas brasileiros**. Brasília, DF: IPAM: WHRC: Environmental Defense, 2000. p. 13-33.

PASSOS, C. D.; PASSOS, E. E. M.; PRADO, C. H. B. A. Comportamento sazonal hídrico e das trocas gasosas de quatro variedades de coqueiro-anão. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 27, n. 2, p. 248-254, 2005.

PRADO, C. H. B. de A.; WENHUI, Z.; CARDOZA ROJAS, M. H.; SOUZA, G. M. Seasonal leaf gas exchange and water potential in a woody cerrado species community. **Brazilian Journal of Plant Physiology**, Londrina, v. 16, n. 1, p. 7-16, Jan./Apr. 2004.

ROMERO, P.; BOTIA, P. Daily and seasonal patterns of leaf water relations and gas exchange of regulated deficit-irrigated almond trees under semiarid conditions. **Environmental and Experimental Botany**, Elmsford, v. 56, n. 2, p. 158-173, 2006.

SANTOS, C. M.; VERISSIMO, V.; WANDERLEY FILHO, H. C.; FERREIRA, V. M.; CAVALCANTE, P. G. S.; ROLIM, E. V.; ENDRES, L. Seasonal variations of photosynthesis, gas exchange, quantum efficiency of photosystem II and biochemical responses of *Jatropha curcas* L. grown in semi-humid and semi-arid areas subject to water stress. **Industrial Crops and Products**, Amsterdam, v. 41, p. 203-213, Jan. 2013.

SATURNINO, H. M.; DILERMANDO, D. P.; KAKIDA, J.; TOMINAGA, N.; GONÇALVES, N. P.; Cultura do pinhão-manso (*Jatropha curcas* L.). **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 26, n. 229, p. 44-78, 2005.

THORNTON, C. W.; MATHER, J. R. **The water balance**. New Jersey: Laboratory of Climatology, 1955. 86 p. (Publication in Climatology, v. 8, n. 1).

ZAR, J. H. **Biostatistical analysis**. 4th ed. Upper Saddle River, New Jersey: Prentice-Hall, 1999. 929 p.



Ministério da
Agricultura, Pecuária
e Abastecimento



CGPE 10973